

# Числові і асимптотичні методи математичної фізики

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (освітньо-науковий)</i>
Галузь знань	<i>11 - Математика та статистика</i>
Спеціальність	<i>113 Прикладна математика</i>
Освітньо-наукова програма	<i>Математичне моделювання та обчислювальні методи</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, весняний) семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>90 годин / 3 кредити ЄКТС (лекції – 20 год., практичні заняття – 10 год., СРС – 60 год.)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>2 год лекційних та 1 год практичних занять на тиждень</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції та практичні заняття проводить: д.т.н., старший дослідник, Лебідь Олексій Григорович, o.g.lebid@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<a href="https://classroom.google.com/c/ODQ3MjA4NDE0NDM5?cjc=r63wl5yk">https://classroom.google.com/c/ODQ3MjA4NDE0NDM5?cjc=r63wl5yk</a>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

**Дисципліна "Числові і асимптотичні методи математичної фізики"** спрямована на ознайомлення студентів із сучасними науковими концепціям, поняттями, специфічними методами розв'язання квазілінійних гіперболічних рівнянь, застосуванням чисельного моделювання, принципами обчислення крайових нелінійних задач напружено-деформованого стану протяжних систем в полі масових і поверхневих сил; методами та засобами використання чисельних методів для визначення проектних характеристик протяжних систем в рідині.

**Мета:** формування у студентів загальних та фахових компетентностей для розв'язання квазілінійних гіперболічних рівнянь використовувати числові і асимптотичні методи чисельного моделювання; розробляти моделі протяжних систем з заданими фізико-механічними характеристиками, враховувати проектні обмеження та умови їх майбутнього застосування.

**Предмет вивчення** – методи розв'язання квазілінійних гіперболічних рівнянь що використовуються для чисельного моделювання статички і динаміки протяжних систем в просторово-неоднорідному полі масових і поверхневих сил.

### **Програмні результати навчання:**

**ЗК 01.** Здатність абстрактно мислити, виконувати поглиблений критичний аналіз, оцінку і синтез нових та комплексних ідей, формування необхідних методологічних принципів і навичок аналізу предмету наукового дослідження і явищ реального світу осмисленого підходу до життя, відокремлювати головні проблеми від другорядних, розуміти глобальні аспекти та їх наслідки.

**ЗК 02.** Вміння виявляти проблему, виконувати постановку задачі та вирішувати її, зокрема, виявляти актуальні, значущі проблеми, які потребують розширення та переоцінки існуючих та/або розроблення нових підходів, створення нових моделей, методів, технологій, тощо генерувати нові ідеї.

### **Фахові компетентності**

**ФК 01.** Здатність виконувати оригінальні наукові дослідження, визначати наукову проблему, формулювати робочі гіпотези дослідження, отримувати науковий результат, який передбачає продукування нових знань в прикладній математиці та дотичних мультидисциплінарних сферах, оприлюднювати отримані наукові результати

**ФК 04** Здатність застосовувати сучасні інформаційні та комунікаційні технології, працювати з структурованими та неструктурованими даними, отримуваними з баз даних, електронних ресурсів мережі Інтернет, інших джерел, використовувати спеціалізоване програмне забезпечення для математичного моделювання та застосування обчислювальних методів як у процесі навчання, так і на всіх етапах наукової діяльності: теоретичного обґрунтування постановки задач та вибору методу її розв'язку, вибору методики виконання дослідження, проведення чисельних експериментів, практичного застосування, аналізу та інтерпретації результатів.

**ФК 07** Здатність розв'язувати наукові та науково-прикладні проблеми, формулювати наукову проблему та робочу гіпотезу, будувати і розробляти логічну математичну схему розв'язку задач, обґрунтувати пропоновану методика розв'язку задач з належною аргументацією з чітким визначенням припущень, засобів дослідження і висновків щодо досягнення цілей, створення нових цілісних знань, безперервного саморозвитку та самовдосконалення

**ФК 09** Здатність використовувати дані експериментів і натурних спостережень на етапах постановки задач, опрацювання проектних гіпотез моделі і формулювання результатів досліджень.

### **Програмні результати навчання**

**ПРН 01.** Мати сучасні концептуальні та методологічні знання в галузі прикладної математики, науково-дослідницької та/або професійної діяльності і на межі предметних галузей знань, достатні для виконання фундаментальних та прикладних досліджень на світовому рівні.

**ПРН 03.** Вміти з нових дослідницьких позицій формулювати загальну методологічну базу власного наукового дослідження, усвідомлювати його актуальність, мету і значення, започатковувати, планувати, реалізовувати та коригувати послідовний процес ґрунтовного наукового дослідження, критично аналізуючи та оцінюючи його результати, синтезуючи нові та комплексні ідеї з дотриманням належної академічної доброчесності, в тому числі, в контексті досягнення глобальних цілей сталого розвитку.

*ПРН 04. Вміти аналізувати наукові праці в галузі прикладної математики, виявляючи дискусійні та мало досліджені питання, критично оцінювати існуючі підходи, передбачати тенденції розвитку прикладної математики, синтезувати нові ідеї, перспективні напрямки наукових досліджень, самовдосконалюватись та самонавчатись*

*ПРН 07. Вміти оцінювати, класифікувати і обґрунтовувати вибір методів, алгоритмів, методик розв'язання задач дослідження, здійснювати пошук та оброблення даних, застосовувати сучасні інструменти та технології пошуку та аналізу даних, необхідних для виконання дослідження, застосовувати методи математичного моделювання, обчислювальні методи, методи математичної фізики, прикладної статистики, штучний інтелект.*

*ПРН 10 Знати сучасні тенденції розвитку, методи математичної фізики, вміти застосовувати ці знання для розв'язання широкого кола теоретичних та прикладних задач математичної фізики*

*ПРН 14 Знати сучасні напрямки розвитку теорії стійкості та керування, методологію застосування апарату прикладної математики, розроблення відповідних моделей та проєктування алгоритмів та обчислювальних технологій*

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Дисципліна " Числові і асимптотичні методи математичної фізики " вивчається у весняному (четвертому) семестрі, тому для успішного засвоєння дисципліни необхідні знання: методи математичної фізики. Для вивчення дисципліни "Числові і асимптотичні методи математичної фізики " аспірант має бути знайомий (перелік конкретних знань і навичок, володіння якими суттєво полегшить освоєння нового матеріалу): базовий курс з вищої математики в обсязі технічного вузу або університету; навички практичного вирішення завдань по вищій математиці в обсязі технічного вузу або університету.*

*На результатах навчання з дисципліни "Числові і асимптотичні методи математичної фізики " базуються такі освітні компоненти, як написання дисертації.*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

**Тема 1.** *Квазілінійні гіперболічні рівняння.*

**Тема 2.** *Асимптотичні методи розв'язання квазілінійних гіперболічних рівнянь.*

**Тема 3.** *Чисельні методи розв'язання квазілінійних гіперболічних рівнянь.*

**Тема 4.** *Механічні системи, що описуються квазілінійними гіперболічними рівняннями.*

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Основні:**

1. Dovgyi S., Trofymchuk O., Lebid O., Kaliukh I., Berchun V., and Berchun Y. "Aeroelastic flutter oscillations of distributed systems" 2022 IEEE 3rd KhPI Week on Advanced Technology (KhPI Week), 2022, pp. 33-37. Access: <https://cutt.ly/KhPIWeek2022>

2. Trofymchuk O., Lebid O., Berchun V., Berchun Y., Kaliukh I. (2022) Ukraine's Cultural Heritage Objects Within Landslide Hazardous Sites. In: Vayas I., Mazzolani F.M. (eds) Protection of Historical

Constructions. PRONITECH 2021. Lecture Notes in Civil Engineering, vol 209. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-90788-4\\_73](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90788-4_73)

3. О. Г. Лебідь (2022). Верифікація методу хвильової факторизації для розрахунку розподілених систем при буксируванні в потоці в режимі прискорення. Вісник національного технічного університету «ХПІ». Серія: математичне моделювання в техніці та технологіях. № 1, 74-81 <https://doi.org/10.20998/2222-0631.2022.01.09>

4. Лебідь О. Г., Калюх Ю. І., Глазкова С. В. Гідропружні коливання за флатерним типом у гнучких протяжних буксированих антенах. Збірник наукових праць ЦНДІ ОБТ ЗСУ. 2022. № 1(84). С. 203-214. Інв. № 5972.

5. Лебідь О. Г., Калюх Ю. І., Глазкова С. В. Підводне мінування та роботизовані системи як асиметрична відповідь України на морську агресію РФ в Азово-Чорноморському басейні. Збірник наукових праць ЦНДІ ОБТ ЗСУ. 2021. №3(82). С. 217-232. Інв. № 5947.

6. Лебідь О. Г., Калюх Ю. І., Глазкова С. В., Моїсеєнков А. В. Буксировані системи зі змінною довжиною для пошуку та ідентифікації мін. Збірник наукових праць ЦНДІ ОБТ ЗСУ. 2021. № 4(83). С. 301-313. Інв. № 5966.9

7. Лебідь О.Г. (2021). П'ятимодова квазілінійна модель нелінійної динаміки протяжної системи. Екологічна безпека та природокористування, 38(2), 104–120. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2021.2.104-120>

#### **Додаткові:**

1. Калюх Ю.І., Лебедь О.Г. Щодо побудови адаптивних алгоритмів розрахунку багатохвильових задач / Ю.І. Калюх, О.Г. Лебедь // Кібернетика та системний аналіз, № 6, 2021. – С. 106-117.

2. Калюх Ю.І., Трофимчук А.Н., Лебедь Л.Г. Численное решение двухточечных задач статики распределенных протяженных систем с помощью метода Нелдера-Мида // Кібернетика та системний аналіз, № 4, 2019 – С. 109-118.

#### **Нормативно-правова література:**

1. Про охорону прав на винаходи і корисні моделі: Закон України від 31.12.2023 року № z0666-19. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3687-12#Text>

2. Положення про електронні освітні ресурси: Наказ Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 19.07.2019 року № 1060. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1695-12#Text>

3. Digital Education Action Plan (2021-2027) / European Commission. 2021. URL: [https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/digital-education-action-plan\\_en](https://ec.europa.eu/education/education-in-the-eu/digital-education-action-plan_en)

4. Концепція цифрової трансформації освіти і науки: МОН України. 2021. URL: <https://mon.gov.ua/ua/news/konceptsiya-cifrovoyi-transformaciyi-osviti-i-nauki-mon-zaproshtuye-do-gromadskogo-obgovorennya>

5. Опис Рамки цифрової компетентності для громадян України. МЦТ України. 2021. URL: [https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news\\_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/ОПЦК.pdf](https://thedigital.gov.ua/storage/uploads/files/news_post/2021/3/mintsifra-oprilyudnyue-ramku-tsifrovoi-kompetentnosti-dlya-gromadyan/ОПЦК.pdf)

#### **Інформаційні ресурси:**

1. Бібліотека з оцінювання та інструментів та методів формування навичок та компетентностей URL:

<http://educate.intel.com/ASSESSING- DEMO/PersonalLibraryPage.aspx?channel=uk-UA&tid=ap>

2. Електронний навчально методичний комплекс на платформі ПРОФОСВІТА: Інформаційні технології в освіті URL: <https://profosvita.org/course/view.php?id=727>

3. Національна онлайн-платформа з цифрової грамотності.

URL: <https://osvita.diia.gov.ua/testing>

4. Міністерство освіти та науки України: веб-сторінка. URL: <https://mon.gov.ua/ua>

6. Презентація «Google glasse».

URL: <http://svitppt.com.ua/angliyska-mova/google-glasse.html>

7. Програма Intel® «Навчання для майбутнього». URL: <http://iteach.com.ua/>

## Навчальний контент

## 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

№ п/п	Змістові модулі / теми	Кількість годин, відведених на:			Термін виконання
		лекції	лаб. заняття	сам. робота.	
1	2	3	4	5	6
T1	<p>1. Квазілінійні гіперболічні рівняння. Принцип гіперболічності.</p> <p>2. Теорема о коректності задачі Коші для системи квазілінійних гіперболічних рівнянь.</p> <p>3. Початково-крайові умови для системи квазілінійних гіперболічних рівнянь.</p> <p>4. Аналітичні методи розв'язання задачі Коші для спрощеного квазілінійного гіперболічного рівняння. (Тема 1)</p> <p><i>Короткий зміст теми</i></p> <p><i>Дано визначення квазілінійних гіперболічних рівнянь. Принцип гіперболічності для квазілінійних гіперболічних рівнянь. Сформульовано теорему о коректності задачі Коші для системи квазілінійних гіперболічних рівнянь. Проведено її доведення на прикладі. Сформульовані початково-крайові умови для системи квазілінійних гіперболічних рівнянь. Розглянуті аналітичні методи розв'язання задачі Коші для спрощеного квазілінійного гіперболічного рівняння.</i></p>	4	2	10	1-й – 2-й тиждень
T2	<p>1. Лінеаризація квазілінійних гіперболічних рівнянь.</p> <p>2. Метод малого параметра.</p> <p>3. Побудова наближених рішень.</p> <p>4. Лінеаризація крайових умов, побудова наближених рішень.</p> <p>5. Чисельне знаходження коренів підсумкових нелінійних рівнянь. Метод половинного ділення, Нелдера-Міда та ін. (Тема 2)</p> <p><i>Короткий зміст теми</i></p> <p><i>Наведено метод лінеаризації квазілінійних гіперболічних рівнянь. Метод малого параметра. Побудова наближених рішень. Лінеаризація крайових умов, побудова наближених рішень. Чисельне знаходження коренів підсумкових нелінійних рівнянь. Метод половинного ділення, Нелдера-Міда та ін.</i></p>	6	2	20	3-й – 5-й тиждень
T3	<p>1. Метод скінчених різниць для чисельного вирішення квазілінійних гіперболічних рівнянь.</p> <p>2. Критерій Куранта-Фрідрикса-Леві і його зв'язок з принципом гіперболічності.</p> <p>3. Явні та неявні скінчено-різницевої схеми, що</p>	6	2	20	6-й – 8-й тиждень

	<p>застосовуються для чисельного аналізу системи квазілінійних гіперболічних рівнянь.</p> <p>4. Особливості апроксимація крайових умов скінченими різницями з різним порядком точності.</p> <p>5. Особливості комп'ютерної реалізації методу скінчених різниць для чисельного вирішення квазілінійних гіперболічних рівнянь. (Тема 3)</p> <p><i>Короткий зміст теми</i>  <i>Розглянуто метод скінчених різниць для чисельного вирішення квазілінійних гіперболічних рівнянь. Наведено критерій Куранта-Фрідрікса-Леві і його зв'язок з принципом гіперболічності. Явні та неявні скінчено-різницеві схеми, що застосовуються для чисельного аналізу системи квазілінійних гіперболічних рівнянь. Особливості апроксимація крайових умов скінченими різницями з різним порядком точності. Особливості комп'ютерної реалізації методу скінчених різниць для чисельного вирішення квазілінійних гіперболічних рівнянь</i></p>				
T4	<p>1. Розподілені системи в полі масових і поверхневих сил. Фізико-механічні характеристики.</p> <p>2. Геометрична нелінійність розподілених систем в полі масових і поверхневих сил.</p> <p>3. Фізична нелінійність розподілених систем в полі масових і поверхневих сил.</p> <p>4. Математичне моделювання розподілених системи в полі масових і поверхневих сил за допомогою системи квазілінійних гіперболічних рівнянь.</p> <p><i>Короткий зміст теми</i>  <i>Розглянуті розподілені системи в полі масових і поверхневих сил. Їх фізико-механічні характеристики. Геометрична нелінійність розподілених систем в полі масових і поверхневих сил. Фізична нелінійність розподілених систем в полі масових і поверхневих сил. Математичне моделювання розподілених системи в полі масових і поверхневих сил за допомогою системи квазілінійних гіперболічних рівнянь.</i></p>	4	2	10	9-й –10-й тиждень
МКР	Модульна контрольна робота		2		
	<b>Всього модуль</b>	<b>20</b>	<b>10</b>	<b>60</b>	

## 6. Самостійна робота студента/аспіранта

№	Вид самостійної роботи	Кількість годин (орієнтовно)
1.	Підготовка до аудиторних занять	20
2.	Написання реферату за темою індивідуального дослідження	10
3.	Формування наборів даних для аналізу	5
4.	Проведення розрахунків за даними, _____ (за обраною темою)	5
5.	Дослідження ____ (за обраною темою)	5
6	Прогнозування динаміки фінансового ринку та вартості фінансових (обраних самостійно) із використанням методів технічного аналізу фінансового ринку	5
7	Формування звіту за результатами дослідження, підготовка презентації виступу	10
	<b>Всього</b>	<b>60</b>

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Вимоги, яких має дотримуватися студент в рамках даної дисципліни:

- правила відвідування занять: відвідування лекцій та практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання та проводяться контрольні заходи (тести) з поточної оцінки самостійної роботи студентів з засвоєння поточного матеріалу. Останні є складовою частиною поточного рейтингу і проводяться тільки у день проведення відповідних лекцій та практичних занять. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за своєчасність виконання студентами практичних та контрольних робіт, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички;
- правила поведінки на заняттях: студент повинен брати участь у розв'язку задач, готувати короткі доповіді;
- захист практичних (лабораторних) робіт – захист відбувається у визначені терміні під час аудиторних занять;
- політика щодо академічної доброчесності– політика та принципи академічної доброчесності визначені у Етичному кодексі вченого Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору НАН України.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Семестровий контроль - залік. Рейтингова система оцінювання результатів навчання передбачає оцінювання заходів поточного контролю з дисципліни впродовж семестру. Рейтингова оцінка здобувача складається з балів, отриманих здобувачем за результатами заходів поточного контролю. Рейтингова оцінка доводиться до здобувачів на передостанньому занятті з дисципліни в семестрі. Здобувачі, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку 60 і більше балів, отримують відповідну до набраного рейтингу оцінку без додаткових випробувань

Зі здобувачами, які виконали всі умови допуску до заліку та мають рейтингову оцінку менше 60 балів, а також з тими здобувачами, хто бажає підвищити свою рейтингову оцінку, на

останньому за розкладом занятті з дисципліни в семестрі викладач проводить семестровий контроль у вигляді залікової контрольної роботи або співбесіди.

Для посилення зацікавленості здобувачів у якісному виконанні індивідуальних семестрових завдань, передбачених індивідуальним навчальним планом здобувача, рейтингову оцінку, у разі виконання залікової контрольної роботи, можна визначати як суму балів за залікову контрольну роботу та балів за індивідуальне семестрове завдання. У цьому випадку розмір шкали оцінювання залікової контрольної роботи зменшується на максимальне значення балів, передбачених за виконання відповідного індивідуального семестрового завдання.

Після виконання залікової контрольної роботи, якщо оцінка за залікову контрольну роботу більша ніж за рейтингом, здобувач отримує оцінку за результатами залікової контрольної роботи. Якщо оцінка за залікову контрольну роботу менша ніж за рейтингом, застосовується один з двох варіантів:

До відомості семестрового контролю викладач заносить рейтингові бали, отримані здобувачем у семестрі або за результатами виконання залікової контрольної роботи, та оцінку відповідно до цих балів

Критерії нарахування балів:

1. Практичні заняття оцінюються виходячи з максимальної кількості балів - 20 бали кожне:

- «відмінно» –95 відсотків максимального балу;
- «добре» –75-95;
- «задовільно» –60-75;
- «достатньо» – 50 відсотків – робота виконана, але не захищена.

Умови допуску до підсумкового контролю:є зарахування усіх практичних робіт Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання ПРАКТИЧНИХ (лабораторних) робіт;
- виконання самостійної роботи.

За період вивчення дисципліни студент може набрати 100 балів. Їх розподіл між видами робіт наведено в таблиці 1

Та

Бали за виконання	Номер практичної роботи або теми					Разом
	1	2	3	4	5	
Практичної роботи	10	10	10	10	10	100
Самостійної роботи	10	10	10	10	10	

2. Залікова контрольна робота оцінюється за такими критеріями:

- «відмінно» – повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації), надані відповідні обґрунтування та особистий погляд;
- «добре» – достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації), що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», або незначні неточності);
- «задовільно» – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації. що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки);
- «незадовільно» – незадовільна відповідь–0 балів.

<i>Кількість правильних відповідей</i>	<i>Відсоток правильних відповідей</i>	<i>Оцінка за національною шкалою</i>	<i>Оцінка за шкалою ECTS</i>
<i>48-50</i>	<i>95-100</i>	<i>Відмінно</i>	<i>A</i>
<i>41-47</i>	<i>82-94</i>	<i>Дуже добре</i>	<i>B</i>
<i>37-40</i>	<i>75-81</i>	<i>Добре</i>	<i>C</i>
<i>34-36</i>	<i>69-74</i>	<i>Задовільно</i>	<i>D</i>
<i>30-33</i>	<i>60-68</i>	<i>Достатньо</i>	<i>E</i>
<i>5-29</i>	<i>10-13</i>	<i>Не задовільно</i>	<i>FX</i>

Відповідність рейтингових балів оцінкам за шкалою Інституту та шкалою ECTS

<i>Рейтингова оцінка</i>	<i>Оцінка за національною шкалою</i>	<i>Оцінка за шкалою ECTS</i>
<i>90-100</i>	<i>Відмінно</i>	<i>A</i>
<i>82-89</i>	<i>Дуже добре</i>	<i>B</i>
<i>75-81</i>	<i>Добре</i>	<i>C</i>
<i>69-74</i>	<i>Задовільно</i>	<i>D</i>
<i>60-68</i>	<i>Достатньо</i>	<i>E</i>
<i>45-59</i>	<i>Не задовільно</i>	<i>FX</i>
<i>Невиконання умов допуску до семестрового контролю</i>	<i>Не допущено</i>	

#### **9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)**

- *перелік питань, які виносяться на семестровий контроль:  
перелік питань*

**Ухвалено:**

**Вченою радою Інституту телекомунікацій  
і глобального інформаційного простору  
НАН України Протокол №11 від 28.08.2025**

**Введено в дію:**

**Наказом директора**

**Наказ від 29.08.2025 №47-с**